

DEUTSCHES PATENTAMT



AUSLEGESCHRIFT 1 046 679

H 25863 VIIIa/21 a¹

ANMELDETAG: 28. DEZEMBER 1955

BEKANNTMACHUNG
DER ANMELDUNG
UND AUSGABE DER

AUSLEGESCHRIFT: 18. DEZEMBER 1958

1

Es ist ein magnetischer Modulator mit einem ferromagnetischen Kern bekannt, welcher zwei Eingangswicklungen und eine Ausgangswicklung trägt, und dessen Kern aus einem Material besteht, das bis zu hohen Frequenzen hinauf eine ausgeprägte Krümmung im unteren Teil der B-H-Magnetisierungskennlinie aufweist. Der Modulator dient dazu, einer zugeführten Trägerschwingung eine Modulationsschwingung niedrigerer Frequenz aufzuprägen.

Der Erfindungsgegenstand betrifft eine Anordnung mit einem ferromagnetischen Kern, welcher eine Wechselstromerregewicklung, eine Ausgangswicklung und mindestens eine weitere Wicklung trägt, zur Erzeugung elektrischer Impulse sowie zu deren Lage-
modulation.

Gemäß der Erfindung zeichnet sich diese Anordnung dadurch aus, daß mindestens der die Ausgangswicklung tragende Teil des magnetischen Kreises aus einem ferromagnetischen Stoff mit scharfem Sättigungsknick in der Magnetisierungskennlinie besteht und der Erregerwechselstrom so bemessen ist, daß bei jeder Halbperiode desselben der genannte Teil des magnetischen Kreises in den Sättigungszustand übergeht, so daß während der Übergangszeiten vom Sättigungszustand von der einen Polarität zum Sättigungszustand von der anderen Polarität Spannungsimpulse in der Ausgangswicklung induziert werden, und daß ferner beim Zuführen eines Modulationsstromes in die dritte Wicklung die genannten Sättigungsübergänge entsprechend Größe und Polarität dieses Modulationsstromes zeitlich verschoben und die erzeugten Spannungsimpulse somit in ihrer zeitlichen Lage moduliert werden.

Ferromagnetische Stoffe, die eine solche Kennlinie aufweisen, sind an sich bekannt.

An Hand des in Fig. 1 dargestellten Prinzipschemas sowie der Fig. 2 und 3 sei die Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Anordnung erläutert. Neben dem Umstand, daß diese Anordnung keine Röhre benötigt, weist sie den weiteren Vorteil auf, daß in ihr nicht nur die Impulse erzeugt, sondern daß letztere zugleich in der Lage moduliert werden. Auf dem ferromagnetischen Kern 1 sind die Erregerwicklung 2 und die Modulationswicklung 3 angeordnet. Ein Teilstück 11 des ferromagnetischen Kerns 1 besteht aus ferromagnetischem Material mit geknickter Magnetisierungskennlinie und gerät bei jeder Halbperiode des erregenden Wechselstromes in den Zustand der Sättigung. Über dem Teilstück 11 ist die Ausgangswicklung 4 angeordnet. Die Fig. 2 zeigt eine idealisierte geknickte Magnetisierungskennlinie. Solche Magnetisierungskennlinien sind bei ferromagnetischen Legierungen weitgehend erreichbar. Der lineare mittlere Teil 5 der Magnetisierungskurve erfährt in den Punkten 6 und 7

Anordnung
mit einem ferromagnetischen Kern
zur Erzeugung und Modulation
elektrischer Impulse

Anmelder:

Hasler A.-G.,
Werke für Telephonie
und Präzisionsmechanik,
Bern

Vertreter: Dipl.-Ing. H. v. Schumann, Patentanwalt,
München 22, Widenmayerstr. 5

Beanspruchte Priorität:
Schweiz vom 24. Februar 1955

Dipl.-El.-Ing. Hans Diggelmann
und Dipl.-El.-Ing. Heini Bührer, Bern,
sind als Erfinder genannt worden

2

einen unmittelbaren Sättigungsknick, d. h., die Kennlinie geht praktisch unvermittelt in den Sättigungsbereich über.

Um in der Ausgangswicklung 4 periodische Spannungsimpulse entstehen zu lassen, wird der Erregerwicklung 2 ein Erregerwechselstrom I_2 zugeführt. Dieser Strom kann sinus-, dreieck-, sägezahn- oder trapezförmig sein oder auch andere Formen aufweisen.

In Fig. 3 ist die Annahme eines sinusförmigen Erregerstromes I_2 getroffen worden. Die Durchflutung $I_2 N_2$ bewirkt infolge der geknickten Magnetisierungskennlinie des magnetischen Kreises 1 (Fig. 1) in dem letzteren die Entstehung eines trapezförmigen magnetischen Flusses Φ . Die ins Sättigungsgebiet hineinreichenden Durchflutungswerte bewirken keine Flußzunahme mehr, so daß sich für den Magnetfluß Φ eine Trapezform ergibt. Dieser zeitlich sich trapezförmig ändernde Fluß induziert in der Ausgangswicklung 4 Spannungsimpulse U_4 . Durch Gleichrichtung werden die Impulse des einen Vorzeichens abgeleitet, so daß sich eine Reihe periodischer Impulse von gleichen Vorzeichen ergibt.

Dadurch, daß der Modulationswicklung 3 ein Modulationsstrom I_3 zugeführt wird, werden die Impulse einer Lagemodulation unterworfen. Der Modulations-

809 699/240

BEST AVAILABLE COPY

vorgang wird an Hand der Fig. 4 erklärt. Die ausgezogene Sinuslinie stellt wiederum die erregende Durchflutung $I_2 N_2$ dar. Beidseitig der Symmetrielinie 15 sind durch die Linien 16 und 17 die Grenzen der Sättigungsgebiete bezeichnet. Die entstehenden unmodulierten Impulse tragen die Bezeichnung 8. Wird nun der Modulationswicklung 3 ein Modulationsstrom I_3 zugeführt, so überlagern sich die Durchflutungen $I_2 N_2$ und $I_3 N_3$. Die resultierende Gesamtdurchflutung (gestrichelte Kurve) liegt je nach dem Vorzeichen der Modulation unter- oder oberhalb der Kurve der Durchflutung $I_2 N_2$. Durch die zeitliche Verschiebung der Ein- und Austritte der resultierenden Durchflutung in die bzw. aus den Sättigungsgebieten, ergeben sich die phasenverschobenen, lagemodulierten Impulse 9.

Die Fig. 5 zeigt eine praktische Ausführung eines Impulslagemodulators. Der ferromagnetische Kern besteht aus einem im normalen Betrieb unterhalb des Sättigungsbereiches arbeitenden Teil 10 sowie einer Platte 11 aus einem Material mit einem Sättigungsknick aufweisender Magnetisierungskurve. Die Erregerwicklung 2 und die Modulationswicklung 3 sind über dem Kernteil 10, die Ausgangswicklung 4 über der Platte 11 angeordnet. Eine vierte auf dem ferromagnetischen Körper angeordnete Wicklung 12, die mit der Ausgangswicklung 4 in Serie zu schalten ist, ist derart dimensioniert, daß die in ihr induzierte Spannung unerwünschte, durch Streufluß induzierte Spannungskomponenten des Ausgangsimpulses kompensiert. Durch gegenseitige Beeinflussung der verschiedenen miteinander magnetisch verkoppelten Wicklungen treten unerwünschte Erscheinungen auf, wie Impulsstörungen in der Modulationswicklung, Modulationsströme in der Erregerwicklung usw. Um diese Erscheinungen gering zu halten, können verschiedene Abhilfemaßnahmen getroffen werden. Diese können bestehen in einer künstlichen Erhöhung der Streuinduktivitäten, in der Verwendung hochohmiger Stromquellen, in der Anwendung von Filtern sowie von Gegentaktschaltungen. Eine weitere Maßnahme besteht in der Benutzung von Streustegen mit Luftspalt. Die Schenkel 13, 13' sowie 14, 14' des ferromagnetischen Körpers bilden solche Streustege. Sie stellen während der Sättigungszeiten der Platte 11 für den magnetischen Fluß einen Nebenschluß dar. Der Streusteg 13, 13' bewirkt außerdem, daß die Modulationswicklung nur während den Durchlaßzeiten der Platte 11 im Hauptfluß liegt. Die in ihr induzierte Spannung hat daher die Form eines Impulses, dem nur eine schwache Grundkomponente überlagert ist. Die Anordnung ist brauchbar für Modulationsströme von der Frequenz Null bis hinauf zu einigen Megahertz.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist in Fig. 6 dargestellt. Der magnetische Körper besteht aus zwei E-förmigen Kernteilen 10 und 10' von großem Querschnitt, die durch drei Luftspalte 15, 15', 15'' voneinander getrennt sind. Die auf dem Mittelschenkel mit dem Luftspalt 15 angebrachte Erregerwicklung 2 erzeugt einen Fluß, der sich gleichmäßig auf die beiden äußeren Schenkel verteilt. Die dort über den Luftspalten 15', 15'' angebrachten Streifen aus Material mit einem Sättigungsknick aufweisender Magnetisierungskennlinie werden bei jeder Periode des Erregerwechselstromes gesättigt. In den über den genannten Streifen angeordneten Spulen 3' und 4' treten aus Symmetriegründen gleiche Impulsspannungen auf. Die Spulen 3' und 4' werden derart in Serie geschaltet, daß sich die in ihnen induzierten Spannungen gegen-

seitig kompensieren. Der Modulationsstrom I_m wird dieser Serienschaltung zugeführt; die Ausgangsspannung wird der Wicklung 4' entnommen. Dank der Symmetrie sind Erregerstromeingang I_e und Modulationsstromeingang I_m voneinander entkoppelt, so daß bei Vorhandensein mehrerer Modulatoren kein Nebensprechen über die gemeinsame Erregerleitung stattfinden kann. Die Impulsstörungen, die während des Fließens eines Modulationsstromes rückwärts auf die Modulationsleitung gelangen können, sind gering. Bei fehlendem Modulationsstrom treten solche überhaupt nicht auf. Dies ist an Hand der Fig. 7 erläutert. Bei Fehlen eines Modulationsstromes (Fig. 7a) sind die in den Wicklungen 3' und 4' induzierten Impulsspannungen P_3' und P_4' entgegengesetzt gerichtet gleich, so daß sie sich in der Serienschaltung kompensieren ($P_3' + P_4' = 0$). Bei Modulation mit Gleichstrom (Fig. 7b) treten Störimpulse von der Form ($P_3'm + P_4'm$) auf.

Die von der Wicklung 4' dem Ausgang zugeführten Impulse haben die in Fig. 8a dargestellte Form. Den Impulsen ist eine sinusförmige Störungskomponente überlagert, die von dem dem Luftspalt 15'' durchsetzenden Streufluß herrührt. Dieser Streufluß kann vermindert werden durch Einlage von Kupferplättchen in die Luftspalte 15' und 15''. Durch diese wird der Fluß nach außen verdrängt, so daß er die gesättigten Streifen besser durchsetzt.

Eine weitere Verbesserung wird durch Anbringen der Kompensationswicklung 12 auf dem Mittelschenkel erzielt. Diese erzeugt eine Spannung von der in Fig. 8b aufgezeichneten Form. Durch Serienschaltung der Wicklungen 4' und 12 läßt sich eine völlige Kompensation der streuflußbedingten Spannungskomponente erzielen (Fig. 8c). Die Impulsamplitude erfährt nur eine unwesentliche Verringerung.

Die Fig. 9 zeigt die gemessene Magnetisierungskurve eines Materials, das den zuvor angegebenen magnetischen Anforderungen in hohem Maße entspricht. Es ist selbstverständlich, daß sehr viele Ausführungsarten des magnetischen Kreises möglich und in keiner Weise auf die in Fig. 5 und 6 gegebenen Ausführungsbeispiele beschränkt sind. Beispielsweise kann der ganze magnetische Kreis aus Material mit geknickter Magnetisierungskurve bestehen, oder wenn nur ein Teil desselben aus diesem Material besteht, so kann dieser Teil in irgendeiner zweckmäßigen Weise in diesen Kreis geschaltet sein.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Anordnung zur Erzeugung elektrischer Impulse sowie zu deren Lagemodulation mit einem ferromagnetischen Kern, welcher eine Wechselstromerregwicklung, eine Ausgangswicklung und mindestens eine weitere Wicklung trägt, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens der die Ausgangswicklung tragende Teil des magnetischen Kreises aus einem ferromagnetischen Stoff mit scharfem Sättigungsknick in der Magnetisierungskennlinie besteht und der Erregerwechselstrom so bemessen ist, daß bei jeder Halbperiode desselben der genannte Teil des magnetischen Kreises in den Sättigungszustand übergeht, so daß während der Übergangszeiten vom Sättigungszustand von der einen Polarität zum Sättigungszustand von der andern Polarität Spannungsimpulse in der Ausgangswicklung induziert werden, und daß ferner beim Zuführen eines Modulationsstromes in die dritte Wicklung die genannten Sättigungsübergänge entsprechend Größe und Polarität dieses Modulationsstromes zeitlich verschoben und die

erzeugten Spannungsimpulse somit in ihrer zeitlichen Lage moduliert werden.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem ferromagnetischen Kern eine vierte, mit der Ausgangswicklung in Serie geschaltete Wicklung von solcher Dimensionierung angeordnet ist, daß die in ihr induzierte Spannung unerwünschte, durch Streufluß induzierte Spannungskomponenten des Ausgangsimpulses kompensiert.

3. Anordnung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der ferromagnetische Kern mindestens einen Streusteg aufweist, welcher während der Sättigungszeiten des die Ausgangswicklung tragenden Teils des magnetischen Kreises einen magnetischen Nebenschluß für den Kraftfluß bildet.

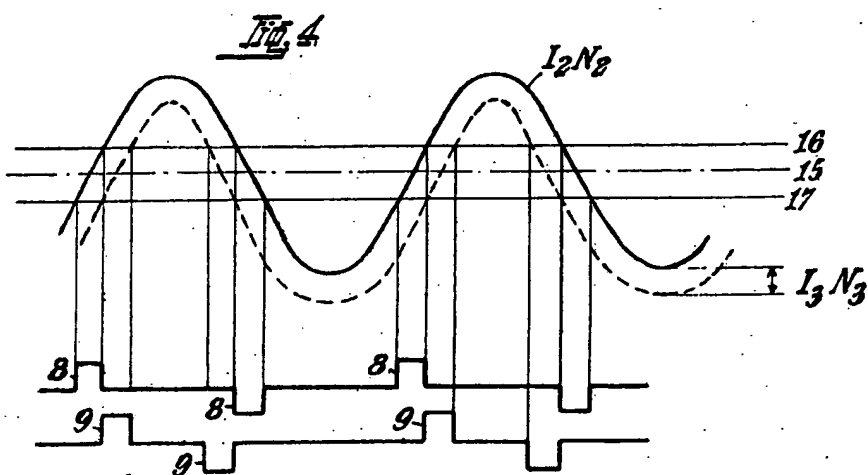
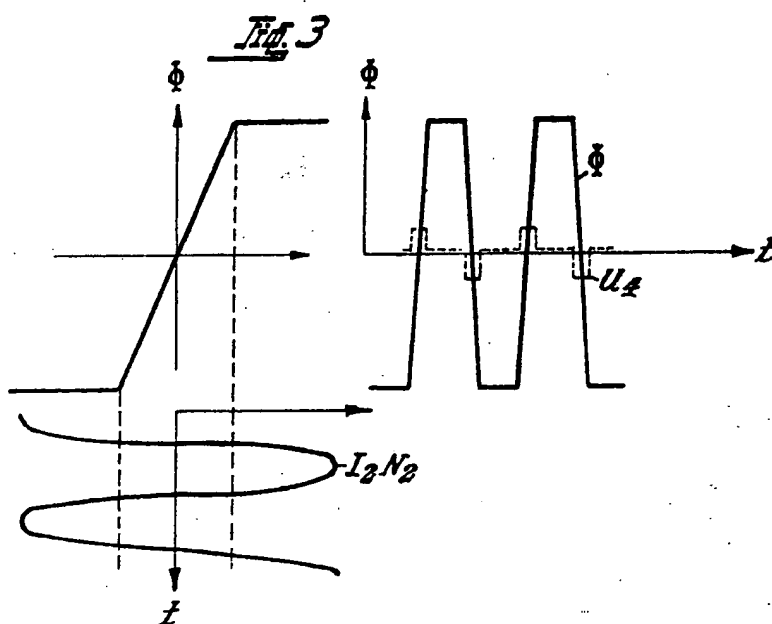
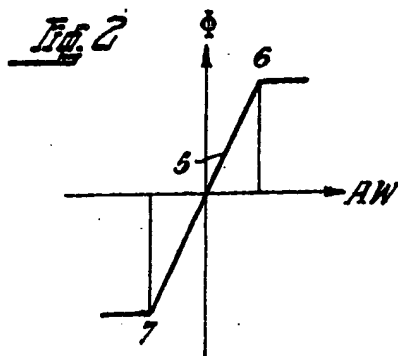
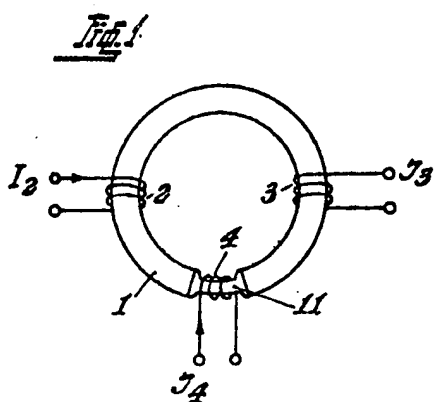
4. Anordnung nach Anspruch 1 mit einem ferromagnetischen Kern, welcher einen die Erregerwicklung tragenden Mittelschenkel und zwei symmetrisch zu diesem angeordnete Außenschenkel aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Außen-

schenkel so ausgeführt sind, daß ein Teil des von ihnen gebildeten magnetischen Weges bei jeder Periode des Erregerwechselstromes in den Sättigungszustand übergeht, und daß über jedem dieser magnetischen Wegabschnitte eine Wicklung angeordnet ist, welche beiden Wicklungen derart in Serie geschaltet sind, daß die in ihnen induzierten Spannungen sich gegenseitig kompensieren, daß der genannten Serienschaltung der Modulationsstrom zugeführt, jedoch nur einer der beiden Wicklungen die Ausgangsspannung entnommen wird.

5. Anordnung nach den Ansprüchen 1 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Mittelschenkel eine vierte, in die Ausgangsleitung geschaltete Wicklung von solcher Dimensionierung angeordnet ist, daß die in ihr induzierte Spannung unerwünschte, durch Streufluß induzierte Spannungskomponenten des Ausgangsimpulses kompensiert.

In Betracht gezogene Druckschriften:
Deutsche Patentschriften Nr. 882 722, 905 617.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen



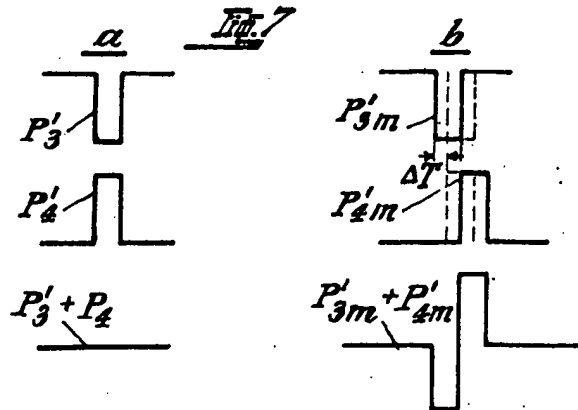
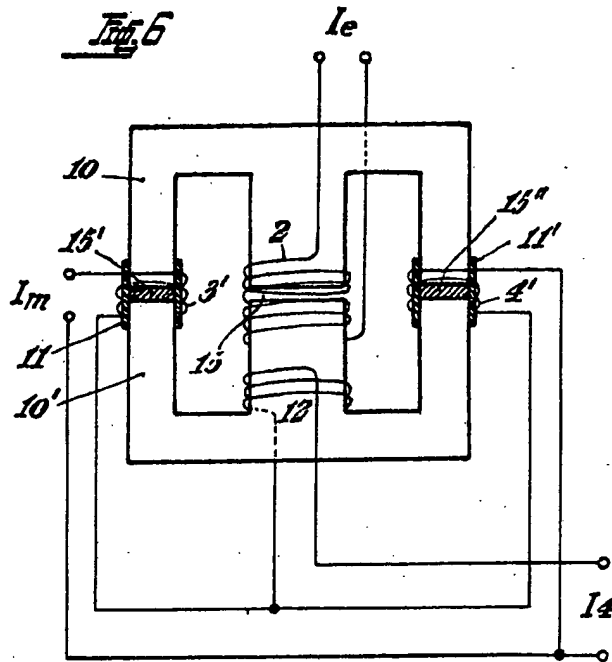
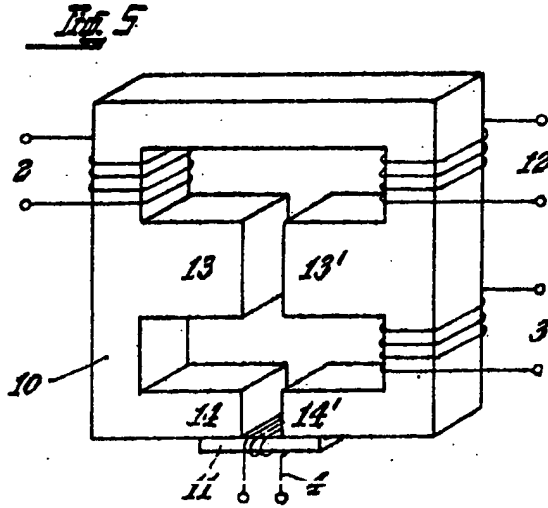


Fig. 8

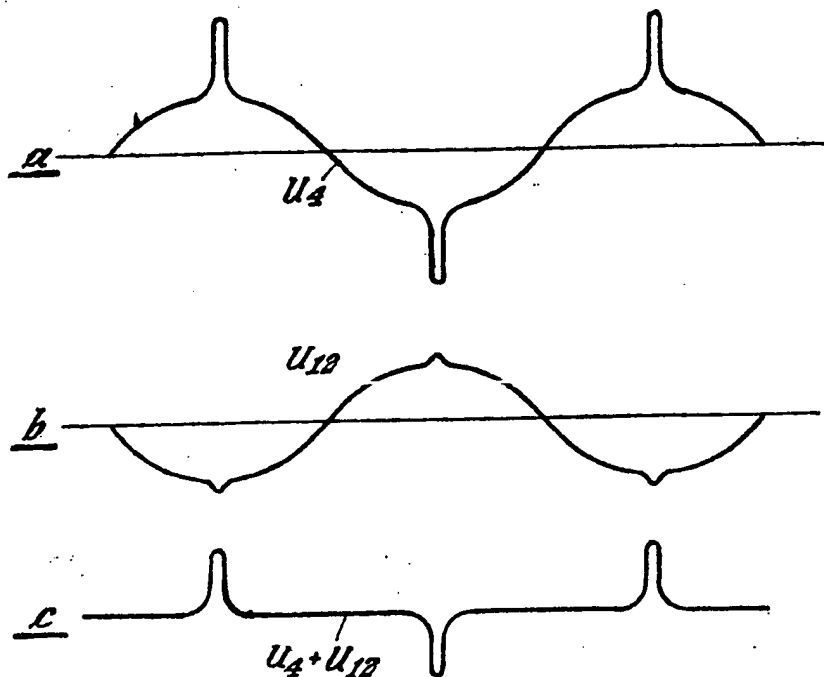
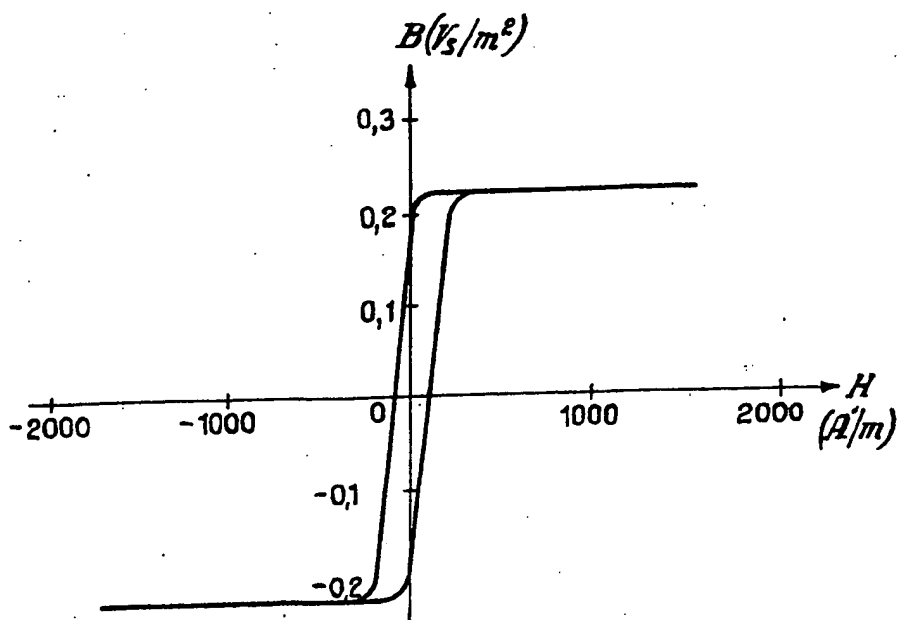


Fig. 9



DE-AS 1046679

ARRANGEMENT HAVING A FERROMAGNETIC CORE FOR GENERATING AND
MODULATING ELECTRICAL PULSES

A magnetic modulator with a ferromagnetic core is known that has two input windings and one output winding and whose core is of a material that up to high frequencies has a pronounced curvature in the lower part of the B/H characteristic magnetization curve. The modulator serves to impress a lower-frequency modulation oscillation on a delivered carrier oscillation.

The subject of the invention is an arrangement with a ferromagnetic core, which has one alternating current exciter winding, one output winding, and at least one further winding, for generating electrical pulses and modulating their position.

According to the invention, this arrangement is distinguished in that at least the part of the magnetic circuit that carries the output winding comprises a ferromagnetic material with a sharp saturation kink in the characteristic magnetization curve, and the alternating exciter current is dimensioned such that at each half-period thereof, the aforementioned part of the magnetic circuit changes to the saturation state, so that during the transition times from the saturation state of one polarity to the saturation state of the other polarity, voltage pulses in the output winding are induced; and that moreover when a modulation current is supplied to the third winding, the

aforementioned saturation transitions of corresponding magnitude and polarity of this modulation current are chronologically shifted, and the voltage pulses generated are thus modulated in their chronological position.

Ferromagnetic materials that have such a characteristic curve are known per se.

The mode of operation of the arrangement according to the invention will now be described in conjunction with the basic diagram shown in Fig. 1 along with Figs. 2 and 3. Besides the fact that this arrangement requires no tubes, it has the further advantage that in it, not only are the pulses generated but also the pulses are simultaneously modulated in position. The exciter winding 2 and the modulation winding 3 are disposed on the ferromagnetic core 1. A portion 11 of the ferromagnetic core 1 comprises ferromagnetic material with a kinked characteristic magnetization curve, and upon each half-period of the alternating exciter current it enters the state of saturation. The output winding 4 is disposed over the portion 11. Fig. 2 shows an idealized kinked characteristic magnetization curve. Such characteristic magnetization curves can be widely attained with ferromagnetic alloys. The linear middle part 5 of the magnetization curve experiences a direct saturation kink at the points 6 and 7; that is, the characteristic curve changes over practically unmediated to the saturation range.

To cause periodic voltage pulses to be created in the output winding 4, the exciter winding 2 is supplied with an alternating exciter current I_2 . This current may be sinusoidal, triangular, sawtooth-shaped or trapezoidal, or may have other shapes.

In Fig. 3, the assumption has been made that the exciter current I_2 is sinusoidal. Because of the kinked characteristic magnetization curve of the magnetic circuit 1 (Fig. 1), the magnetomotive force I_2N_2 causes the creation in the magnetic circuit of a trapezoidal magnetic flux Φ . The magnetomotive force values that extend into the saturation region cause no further increase in flux, so that for the magnetic flux Φ , a trapezoidal shape is the result. This flux that varies trapezoidally over time induces voltage pulses U_4 in the output winding 4. The pulses of one sign are derived by rectification so that the result is a series of periodic pulses of the same sign.

Because the modulation winding 3 is supplied with a modulation current I_3 , the pulses are subjected to a position modulation. The modulation operation will be described in conjunction with Fig. 4. The sinusoidal line drawn as a solid line represents the exciting magnetomotive force I_2N_2 . The boundaries of the saturation regions are represented by the lines 16 and 17 on both sides of the line of symmetry 15. The resultant unmodulated pulses are identified by reference numeral 8. If the modulation winding 3 is now supplied with a modulation current I_3 , the magnetomotive forces I_2N_2 and I_3N_3 are superimposed on one another. The resultant total magnetomotive force (curve drawn in dashed lines) is located below or above the curve of the magnetomotive force I_2N_2 , depending on the sign of the modulation. The chronological shift in the inlets and outlets of the resultant magnetomotive force into and out of the saturation regions produces the phase-shifted, position-modulated pulses 9.

Fig. 5 shows one practical embodiment of a pulse

position modulator. The ferromagnetic core comprises a part 10, that in normal operation operates below the saturation range, and a plate 11 of a material having a magnetization curve with a saturation kink. The exciter winding 2 and the modulation winding 3 are disposed above the core part 10, and the output winding 4 is disposed above the plate 11. A fourth winding 12, which is to be connected in series with the output winding 4 and is disposed on the ferromagnetic body, is dimensioned such that the voltage induced in it compensates for unwanted voltage components of the output pulse that are induced by stray flux. By mutual influence of the various windings magnetically coupled with one another, unwanted phenomena occur, such as pulse disturbances in the modulation winding, modulation currents in the exciter winding, and so forth. To keep these phenomena slight, various corrective measures may be taken. They may comprise an artificial increase in the stray inductances, the use of high-impedance current sources, and the use of filters and push-pull circuits. Another provision is to use scattering ribs with an air gap. The legs 13, 13' and 14, 14' of the ferromagnetic body form such scattering ribs. They represent a shunt for the magnetic flux during the saturation times of the plate 11. The scattering rib 13, 13' moreover causes the modulation winding to be in the primary flux only during the conducting times of the plate 11. The voltage induced in it therefore has the shape of a pulse on which only a weak fundamental component is superimposed. The arrangement can be used for modulation currents ranging in frequency from zero to several megahertz.

A further exemplary embodiment is shown in Fig. 6. The magnetic body comprises two E-shaped core parts 10 and 10' of large cross section, which are separated from one another by

three air gaps 15, 15', 15". The exciter winding 2, mounted on the middle leg with the air gap 15, generates a flux which is distributed uniformly to the outer legs. The strips of material mounted there above the air gaps 15', 15" and having a characteristic magnetization curve with a saturation kink are saturated upon each period of the alternating exciter current. For reasons of symmetry, identical pulse voltages occur in the coils 3' and 4' disposed above the aforementioned strips. The coils 3' and 4' are connected in series in such a way that the voltages induced in them compensate for one another. The modulation current I_m is delivered to this series circuit; the output voltage is drawn from the winding 4'. Thanks to the symmetry, the exciter current input I_e and modulation current output I_m are decoupled from one another, so that if a plurality of modulators are present, no crosstalk across the common exciter line can take place. The pulse disturbances, which during the flow of a modulation current can flow backward to reach the modulation line, are slight. If a modulation current is absent, they do not even occur at all. This will be described in conjunction with Fig. 7. In the absence of a modulation current (Fig. 7a), the pulse voltages P_3' and P_4' induced in the windings 3' and 4' are the same, oriented in opposite directions, so that in the series circuit they compensate for one another ($P_3' + P_4'$). Upon modulation with direct current (Fig. 7b), interference pulses occur having the form ($P_3'm + P_4'm$).

The pulses supplied by the winding 4' to the output have the form shown in Fig. 8a. A sinusoidal interference component is superimposed on the pulses and originates in the stray flux that passes through the air gap 15". This stray flux can be reduced by placing tiny copper plates in the air

gaps 15' and 15". As a result of these plates, the flux is forced outward, so that it better penetrates the saturated strips.

A further improvement is attained by mounting the compensation winding 12 on the middle leg. This winding generates a voltage of the form shown in Fig. 8b. By means of a series circuit of the windings 4' and 12, a complete compensation for the voltage component caused by stray flux can be attained (Fig. 8c). The pulse amplitude undergoes only insignificant reduction.

Fig. 9 shows the measured magnetization curve of a material that corresponds to a high degree to the magnetic requirements indicated above. It is understood that very many types of magnetic circuit are possible and are in no way limited to the exemplary embodiments shown in Figs. 5 and 6. For example, the entire magnetic circuit may comprise material with a kinked magnetization curve, or if only a part of it comprises that material, then that part may be connected into this circuit in any expedient way.

Claims

1. An arrangement with a ferromagnetic core, which has one alternating current exciter winding, one output winding, and at least one further winding, characterized in that at least the part of the magnetic circuit that carries the output winding comprises a ferromagnetic material with a sharp saturation kink in the characteristic magnetization curve, and the alternating exciter current is dimensioned such that at each half-period thereof, the aforementioned part of the magnetic circuit changes to the saturation state, so that during the transition times from the saturation state of one polarity to the saturation state of the other polarity, voltage pulses in the output winding are induced; and that moreover when a modulation current is supplied to the third winding, the aforementioned saturation transitions of corresponding magnitude and polarity of this modulation current are chronologically shifted, and the voltage pulses generated are thus modulated in their chronological position.

2. The arrangement according to claim 1, characterized in that a fourth winding, connected in series with the output winding, is disposed on the ferromagnetic core and is dimensioned such that the voltage induced in it compensates for unwanted voltage components of the output pulse that are induced by stray flux.

3. The arrangement according to claims 1 and 2, characterized in that the ferromagnetic core has at least one scattering rib, which during the saturation times of the part of the magnetic circuit carrying the output winding forms a magnetic shunt for the force flow.

4. The arrangement according to claim 1, having a ferromagnetic core, which has a middle leg that carries the exciter winding and two outer legs disposed symmetrically to it, characterized in that the outer legs are embodied such that a portion of the magnetic path formed by them changes over upon each period of the alternating exciter current into the saturation state; and that over each of these magnetic portions of the path a winding is disposed, and both windings are connected in series such that the voltages induced in them compensate for one another; that the modulation current delivered to the aforementioned series circuit, but the output voltage is drawn from only one of the two windings.

5. The arrangement according to claims 1 and 4, characterized in that a fourth winding, connected into the output line, is disposed on the middle leg and is dimensioned such that the voltage induced in it compensates for unwanted voltage components of the output pulse that are induced by stray flux.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.